Iranian Plant Protection Research

https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 39, No. 1, 2025, p. 85-96

Effect of Salinity and Drought Stress on Germination Characteristics and Seedling Growth of Sophora (*Sophora pachycarpa* Schrenk ex C. A. Mey)

F. Pourhasan[1], M. H. Rashed Mohassel[2], E. Izadi Darbandi[2*]

1 and 2- Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(*- Corresponding author's Email: e-izadi@um.ac.ir)

Received: 25-12-2022 Revised: 23-04-2024 Accepted: 14-10-2024 Available Online: 29-04-2025	**How to cite this article:** Pourhasan, F., Rashed Mohassel, M. H., & Izadi Darbandi, E. (2024). Effect of salinity and drought stress on germination characteristics and seedling growth of sophora (*Sophora pachycarpa* Schrenk ex C. A. Mey). *Iranian Plant Protection Research*, *39*(1), 85-96. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JPP.2024.80242.1120

Introduction

Sophora (*Sophora pachycarpa* Schrenk ex C. A. Mey) is a perennial weed of Fabaceae family which can propagated by seeds and through perennial roots. It is one of the invasive plants that can be seen in the most regions of Iran, especially in the wheat fields, pastures and drylands, of Khorasan. The biology of weeds and its importance in management has received a lot of attention in recent years. In fact, it is necessary to know the biological characteristics and key relationships between weeds and crops to control weeds in an agricultural ecosystem. Also, the role of environmental conditions on weed management is very important. Given this, the present study seeks to investigate the effects of environmental conditions (salinity and drought stress) on germination characteristics of Sophora.

Materials and Methods

In order to investigate the effect of salinity and drought stress on germination characteristics and seedling growth of Sophora, two separate experiments were conducted in germination stage as a completely randomized design with four replications in the year 2017-2018 in research laboratories at Agricultural College of Ferdowsi University of Mashhad. PEG 6000 was used for drought stress and NaCl, for salinity stress. The treatments included drought and salinity stress levels (0, -0.1, -0.2, -0.4, -0.8, -1, -1.2, -1.4 and -1.5 Mpa). Seeds were disinfected with sodium hypochlorite (1%) solution for 2 minutes, and were then washed with distilled water. The measured traits were germination percentage, germination rate, average germination time, radicle length, plumule length and fresh weight of radicle, plumule and seedling. The statistical analysis of the data was done by SAS 9.1 and Sigma Plot 12.3 software.

Results and Discussion

Analysis of variance results showed that the effect of salinity levels on all traits was very significant ($P\leq 0.01$). Maximum germination was observed in control treatment and at the level of -1.5 Mpa salinity, the

https://doi.org/10.22067/JPP.2024.80242.1120

germination stopped. Also, the effect of drought levels on all traits was very significant ($P \leq 0.01$) and at the level of -1 Mpa drought, the germination stopped. Fitting of the three-parameter sigmoid model provided a successful estimation of the relationship between salt and drought stress levels and germination percentage of Sophora.This model showed that salinity and drought stress at -1.08 and -0.43 Mpa, respectively, caused a 50% reduction in maximum germination percentage of sophora, and it can be concluded that the sensitivity of this weed to drought is more than to salinity, and the existence of salinity and drought stress can decrease growth indices of this weed at germination and seedling stages.

Conclusions

It was concluded that with the increase in both the drought and salinity stress, all the growth characteristics of Sophora significantly decreased and the effect of salinity stress on percentage of germination and germination rate resulted from the toxic effect of ion salts. Whereas, the reduction of seedling growth traits was both the toxic effect of ion salts and osmotic potential. It seems that sufficient information about this weed is vital for the selection of the best control method, could help us to come up with new control approaches for this invasive weed. Considering the increase of salinity and drought in the country's soils due to the decrease of rainfall and climate change, and with the according to Sophora tolerance to salinity and its relative tolerance to drought, there is a possibility of expanding the range of presence of this weed in the conditions of salinity and drought of the soil, but for more accurate evaluation, it is necessary to conduct complementary experiments in the field and in the greenhouse conditions.

Keywords: Germination percentage, Germination rate, Polyethylene glycol, Sodium chloride

پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۹ شماره ۱، بهار ۱۴۰۴، ص. ۹۶-۸۵

بررسی تأثیر تنش شوری و خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تلخ بیان (Sophora pachycarpa Schrenk ex C.A.Mey)

فریبا پورحسن[۱]- محمد حسن راشد محصل[۲]- ابراهیم ایزدی دربندی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۳

چکیده

به‌منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف کلرید سدیم و پلی‌اتیلن گلایکول در مراحل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تلخ بیان (*Sophora pachycarpa Schrenk ex C.A.Mey*) آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۷ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف پتانسیل اسمزی و ماتریک ناشی از تنش شوری و خشکی در نه سطح (۰ ، ۰/۱- ، ۰/۲- ، ۰/۴- ، ۰/۸- ، ۱- ، ۱/۲- ، ۱/۴- و ۱/۵- مگاپاسکال) بودند. نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش شوری و خشکی به‌صورت معنی‌داری از درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه تلـخ بیـان کاسـته شـد ($P\leq 0/01$). با افزایش شدت تنش شـوری و خشکی از ۰/۱- به ۱/۵- مگاپاسکال، درصد جوانه‌زنی ۱۰۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت و این کاهش در تنش خشکی به‌طور معنـی‌داری در اکثر صفات نسبت به تنش شوری بیشتر بود. کاهش طول ساقه‌چـه در هر دو تنش بیشتر از ریشه‌چـه بود که نشان‌دهنده حساسیت بیشتر این صفت می‌باشد. برازش مدل سیگموئیدی سه پـارامتری، رابطه بین سطوح مختلف تنش شـوری و خشـکی را با درصد جوانه‌زنی بـه‌خوبی توجیه نمود. پارامتر X_{50} مدل نشان داد که تنش شوری و خشکی به‌ترتیب در پتانسیل‌های ۱/۰۸- و ۰/۴۳- مگاپاسکال منجر به کاهش ۵۰ درصدی حداکثر جوانه‌زنی شدند که نشان دهنده تأثیر بیشتر تنش خشکی بر تلخ بیان می‌باشد و وجود تنش‌های شوری و خشـکی مـی‌توانـد باعـث کاهش شاخص‌هـای رشدی این علف‌هرز در مراحل جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای شود.

واژه‌های کلیدی: پلی‌اتیلن گلایکول، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، کلرید سدیم

مقدمه

تلخ بیـان (*Sophora pachycarpa Schrenk ex C.A.Mey*) گیاهی چند ساله از خانواده بقولات، که هم توسط بذر و هم از طریـق ریشه‌های چند ساله تکثیر می‌یابد و به‌عنوان یکی از گیاهان مهـاجمی است کـه در اکثـر منـاطق ایـران نیـز مشـاهده می‌شـود (Rashed Mohassel *et al.*, 2001). در ایران، این گیاه در مـزارع گنـدم و در مراتع و دیمزارها دیده می‌شود و در خراسان بزرگ (شمالی، رضـوی و جنـوبی) پـراکنش بیشـتری دارد (Mozaffarian, 1994; Ghahraman, 2004). محل‌های پـراکنش گونـه *S. pachycarpa* عبارتند از: بخش مرکزی: اصـفهان؛ بخـش شـرق و جنـوب شـرقی: بیرجند،کرمان و یزد؛ بخش شمال شرقی: مشـهد، سـرخس، سـبزوار، بین رباط سفید و تربت حیدریه، بین قوچان و باجگیران، گنبد، بجنورد، بسـطام، اسـفراین، میـامی، شـاهرود، جنـت آبـاد و چشـمه باغسـتان (Parsa, 1980). مـین باشـی و همکـاران (Min Bashi *et al.*, 2015) علف‌های‌هرز گندم آبی کشور را ۴۰۰ گونه ذکر کرده‌اند که با توجه به استان و شرایط اقلیمی، تراکم و حضور علف‌های‌هرز متفاوت است. گونه‌های پیچک[۱]، خارشتر[۲]، خارلته[۲]، گلرنگ وحشی[۳]، گاوچـاق

۱ و ۲- گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشـهد، مشـهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: e-izadi@um.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/JPP.2024.80242.1120

1- *Convolvulus arvensis* L

کن[4]، تلخ بیان و سلمه تره[5] از مهم‌ترین رستنی‌های مزاحم برداشت گندم آبی هستند. عوامل مختلفی در تهاجم گونه‌های گیاهی مؤثر هستند و ازآن‌جایی‌که جوانه‌زنی و سبز شدن از اولین مراحل نمو گیاه می‌باشد، لذا شناخت آن‌ها در علف‌های‌هرز در پیش‌بینی دامنه اکولوژیکی و پتانسیل‌گسترش آن‌ها به مناطق جدید و نیز تدوین برنامه‌های‌کنترلی، مفید است (Koyro & Eisa, 2008). تحمل تنش‌های محیطی از جمله شوری و خشکی از مهم‌ترین عوامل در استقرار اولیه گیاهان هستند که به‌خصوص در مراحل جوانه‌زنی و سبز شدن، از اهمیت ویژه‌ای برخودار است. با توجه به سازگاری بالای علف‌های‌هرز به شرایط محیطی جدید، احتمال غلبه آن‌ها بر گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی از جمله شوری و خشکی خاک وجود دارد و این مسئله قدرت تهاجم آن‌ها را به دنبال خواهد داشت (Chauhan & Johnson, 2008). شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی کاهنده رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد (Tester & Davenport, 2003; Forieri *et al.*, 2016). در شرایط شوری، رشد گیاهان تحت تأثیر تنش اسمزی ناشی از تجمع نمک در محیط اطراف ریشه و سمیت یونی ناشی از تجمع یون‌های سدیم و کلر در برگ‌ها قرار می‌گیرد (Fricke, 2004; Rahnama *et al.*, 2010). دان و همکاران (Duan *et al.*, 2015) نشان دادند که شوری بالا، رشد ریشه را با کاهش تقسیم و طویل شدن سلول سرکوب می‌نماید و توسعه سلول در طول محور شعاعی در اپیدرم و کورتکس افزایش می‌یابد. اثر منفی تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر علف‌های-هرز خردل وحشی[6] (Loti Far *et al.*, 2015), خربزه وحشی[7] (Sohrabi *et al.*, 2013) مورد بررسی قرار گرفته و مشاهده شده است که شوری سبب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف‌های‌هرز مذکور گردید. طبق پژوهشی روی گیاه گاوزبان اروپایی[8]، خرفه[9]، شنبلیله[10] و گل راعی[11] مشاهده شد که افزایش سطوح مختلف شوری به‌وسیله اثرات سمی یون‌ها که بر رشد گیاه می‌گذارند، باعث کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه شد (Dehkordi *et al.*, 2015). گیاه با تولید ترکیباتی مانند بتائین[12]، پلی‌ال‌ها[13]، قندها و آمینواسیدهایی مانند پرولین، پتانسیل درون سلولی خود را کاهش می‌دهد (McNeil *et al.*, 1999). تنش اسمزی به نوبه خود باعث ایجاد گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و در نهایت تنش اکسیداتیو می‌شود (Murshed *et al.*, 2014). گونه‌های فعال اکسیژن علاوه بر وظیفه پیام‌رسانی خود در تنش، با بر هم زدن عملکرد غشاء، آنزیم-ها و دیواره سلولی، آسیب به بافت ریشه و اندام هوایی گیاهان را موجب می‌شوند (Munns & Gilliham, 2015). تنش خشکی جزء مهم‌ترین تنش‌های محیطی است و همراه با سایر تنش‌ها به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم رشدونمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Springer, 2005). پتانسیل کم‌آبی، به‌ویژه در ابتدای فرآیند جوانه-زنی، باعث اختلال در جذب آب توسط بذر شده و جوانه‌زنی گیاه را به تأخیر می‌اندازد (Bagheri *et al.*, 2011; Ansari *et al.*, 2016). کاهش ۹۰ درصدی جوانه‌زنی در پتانسیل ماتریک ۱۰- بار و همچنین کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر تنش خشکی در علف‌هرز خردل وحشی نیز گزارش شده است (Lotfi Far *et al.*, 2015). با توجه به مطالعات محدود در خصوص تأثیر شوری و خشکی که از شرایط معمول در بسیاری از بوم‌نظام‌های کشاورزی ایران می‌باشند، این پژوهش با هدف بررسی واکنش شاخص‌های جوانه‌زنی علف‌هرز تلخ بیان در سطوح مختلف شوری و خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

بذور رسیده علف‌هرز تلخ بیان در اواسط مهرماه سال ۱۳۹۶ از محوطه پردیس دانشگاه فردوسی مشهد جمع‌آوری و در داخل پاکت-های کاغذی با ذکر مشخصات محل و تاریخ جمع‌آوری جهت اجرای آزمایش‌های مورد نظر در محیطی خشک و خنک (۱۰-۵ درجه سانتی‌گراد) تا زمان اجرای آزمایش نگه‌داری شدند. جهت رفع پوسته سخت بذرهای مورد آزمایش، با استناد به تحقیق مظهری (Mazhari, 2013) که روی از بین بردن سختی بذر تلخ بیان با استفاده از پیش تیمارهای مختلف انجام شده بود، بهترین تیمار آزمایشی که شامل قرار دادن بذرها به‌مدت ۲۰ دقیقه با استفاده از اسید سولفوریک غلیظ ۹۸ درصد بود، انتخاب گردید. به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری و خشکی روی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تلخ بیان، دو آزمایش جداگانه در مرحله جوانه‌زنی به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تحقیقات علوم علف‌های هرز دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۷ انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل سطوح مختلف پتانسیل اسمزی و

2- *Alhagi camelorum* Fisch
3- *Cirsium arvense* L
4- *Carthamus oxycantha* M.B
5- *Lactuca serrila* L
6- *Chenopodium album* L
7- *Sinapis arvensis*
8- *Cucumis melo*
9- *Borago officinalis*
10 – *Portulaca oleracea*
11- *Trigonella foenum- graecium*
12- *Hypericum perforatum*

13- Betaine
14 - Polyols

ماتریک ناشی از غلظت‌های مختلف سدیم کلرید و پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ در نه سطح ۰، ۰/۱−، ۰/۲−، ۰/۴−، ۰/۸−، ۱−، ۱/۲−، ۱/۴− و ۱/۵− مگاپاسگال بودند. به‌منظور تهیه پتانسیل‌های مختلف شوری از NaCl (مرک) و از طریق معادله وانت‌هوف معادله ۱ استفاده شد.

$$\Psi S= -miRT \qquad (۱)$$

که در آن، ΨS: پتانسیل اسمزی بر حسب مگاپاسگال، m: غلظت نمک براساس مولاریته، i: ضریب یونیزاسیون (۱/۸)، R: ثابت عمومی گازها (۰/۰۰۸۳۱۴) و T: دما بر حسب کلوین می‌باشد. تیمارهای پتانسیل آب با استفاده از محلول پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ که با استفاده از روش (Michel & Kaufmann, 1973; Michel, 1983) معادله ۲ تهیه شدند.

$$\Psi= - (1.18\times10^{-2})\ c - (1.18\times10^{-4})\ c^2 + (2.67\times10^{-4})\ ct + (8.39\times10^{-7})\ c^2 t \qquad (۲)$$

که در آن، Ψ: پتانسیل آب محلول پلی‌اتیلن گلایکول۶۰۰۰ بر حسب مگاپاسگال، c: غلظت پلی‌اتیلن گلایکول۶۰۰۰ بر حسب گرم در کیلوگرم (لیتر) آب مقطر و t: دما بر حسب سانتی‌گراد می‌باشد. در این آزمایش، با توجه به پژوهش نیازی (Niazi, 2003) روی بذر تلخ بیان میانگین دمای محیط ۲۵ درجه سانتی‌گراد (دمای بهینه جوانه‌زنی) در نظر گرفته شد. آزمایش در پتری‌دیش‌هایی با قطر دهانه نه سانتی‌متر انجام گرفت که در هر پتری ۲۰ بذر تلخ بیان قرار داده شد و به هر تکرار، پنج میلی‌لیتر محلول سدیم کلرید در آزمایش شوری و پنج میلی‌لیتر محلول پلی‌اتیلن گلایکول در آزمایش خشکی با پتانسیل مربوطه اضافه شد. به‌منظور جلوگیری از تبخیر آب، پتری‌دیش‌ها داخل نایلون قرار داده شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده از ۲۴ ساعت پس از شروع آزمایش به‌صورت روزانه و به‌مدت ۱۰ روز صورت گرفت و پس از اطمینان از عدم جوانه‌زنی، آزمایش پایان‌یافته تلقی شد. شاخص جوانه‌زنی خروج نوک ریشه‌چه از پوسته بذر و قابل رؤیت بودن آن بود (Chauhan & Johnson, 2008) و در انتهای آزمایش درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی محاسبه شد و نیز طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. پتانسیل آب پایه براساس رگرسیون زمان جوانه‌زنی ۵۰ درصد در برابر پتانسیل آب محاسبه شد. به‌منظور ارزیابی پتانسیل‌های مختلف شوری و خشکی بر درصد و سرعت جوانه‌زنی تلخ بیان، از برازش به مدل سیگموئیدی سه پارامتری توسط نرم‌افزار Sigma Plot 12.3 استفاده شد (Chauhan *et al*., 2006; Mojab *et al*., 2010) معادله مذکور (۳) عبارت است از:

$$y = \frac{a}{1+e^{-\left(\frac{x-x_0}{b}\right)}} \qquad (۳)$$

که در آن، y: درصد جوانه‌زنی تلخ بیان در سطوح مختلف شوری و خشکی، a: بیشینه درصد جوانه‌زنی در تیمار مورد نظر، x_0: غلظتی از NaCl و PEG که باعث ۵۰ درصد بازدارندگی حداکثر جوانه‌زنی در تیمار مورد نظر می‌شود و b: شیب منحنی در نقطه x_0 را نشان می‌دهد. به‌منظور مقایسه اثرات ناشی از تنش PEG در برابر NaCl نیز مقایسه گروهی بین تیمارهای فوق انجام شد. قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها وضعیت نرمال بودن تمامی داده‌ها بررسی و در صورت نیاز، تبدیل مناسب (تبدیل جذری) روی آن‌ها اعمال گردید. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9. 1 و Sigma Plot 12. 3 و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌دار[1] (در سطح احتمال پنج درصد) انجام شد و نمودارها در محیط نرم‌افزار Sigma Plot 12. 3 ترسیم شدند.

نتایج و بحث

تنش شوری

مجموع مربعات حاصل از سطوح مختلف شوری در کلیه صفات اندازه‌گیری‌شده از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش سطوح مختلف شوری، درصد جوانه‌زنی تا پتانسیل ۰/۴− مگاپاسگال نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت و پتانسیل‌های ۰/۸−، ۱−، ۱/۲−، ۱/۴− و ۱/۵− مگاپاسگال به‌ترتیب باعث کاهش ۲۵/۹، ۳۷/۶، ۷۱/۴، ۹۲/۲ و ۱۰۰ درصد جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد شدند (جدول ۲). سرعت جوانه‌زنی نیز با منفی‌تر شدن سطوح مختلف شوری به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و پتانسیل‌های ۰/۱−، ۰/۲−، ۰/۴−، ۰/۸−، ۱−، ۱/۲−، ۱/۴− و ۱/۵− مگاپاسگال به‌ترتیب باعث کاهش ۱/۵۱، ۴/۸۲، ۲/۸۹، ۵/۳۱، ۶/۳۹، ۷/۸۴، ۸/۶۶ و ۸/۹۳ بذر در روز نسبت به شاهد گردید (جدول ۲). پورحسن و همکاران (Pourhasan *et al*., 2019) در تحقیق خود مشاهده کردند که با افزایش تنش شوری و خشکی، صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه چاودار (*Secale cereale*) کاهش یافت و این تأثیر در تنش خشکی در اکثر صفات نسبت به تنش شوری بیشتر بود. طی پژوهشی روی گیاه خارشتر مشاهده شد که با افزایش سطح شوری از ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر و بالاتر، درصد جوانه‌زنی در بذور خارشتر کاهش یافت (Pirasteh-Anosheh, 2020).

1- Least Significant Difference (LSD)

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مختلف جوانه‌زنی تلخ بیان تحت تأثیر سطوح شوری مختلف

Table 1- Analysis of variance of different germination traits of *Sophora pachycarpa* Influence by different levels of salinity

S.O.V	df	Mean of squares							
		Germination percentage	Germination rate	Average germination time	Plumule length	Radicle length	Plumule fresh weight	Radicle fresh weight	Seedling fresh weight
Salinity	8	384.53**	32.99**	11.87**	13.63**	18.08**	10.14**	1.58**	11.66**
Error	27	9.13	0.83	3.87	0.34	0.39	0.43	0.088	0.42

** نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

** indicates a significant effect at the probability level of 1%.

جدول ۲- اثر سطوح مختلف شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه تلخ بیان

Table 2- The effect of different salinity levels on the characteristics of germination and seedling growth of *Sophora pachycarpa*

Salinity levels (Mpa)	**Germination percentage**	**Germination rate (seed.day^{-1})**	**Average germination time (day)**	**Seedling fresh weight (g)**	**Radicle fresh weight (g)**	**Plumule fresh weight (g)**	**Radicle length (cm)**	**Plumule length (cm)**
0.0	96.25^{a*}	8.93^{a}	2.54^{c}	3.54^{a}	0.65^{a}	2.89^{a}	5.00^{a}	3.47^{a}
-0.1	91.25^{a}	7.42^{b}	2.69^{c}	2.66^{b}	0.49^{bc}	2.17^{b}	5.17^{a}	3.15^{a}
-0.2	85.00^{ab}	4.10^{b}	3.00^{bc}	1.60^{c}	0.40^{c}	1.20^{c}	3.97^{b}	3.05^{a}
-0.4	82.50^{ab}	6.04^{b}	3.23^{bc}	1.97^{c}	0.52^{b}	1.45^{c}	3.65^{b}	3.40^{a}
-0.8	71.25^{bc}	3.61^{c}	4.11^{b}	0.67^{d}	0.25^{d}	0.42^{d}	2.40^{c}	1.82^{b}
-1.0	60.00^{c}	2.53^{d}	4.93^{ab}	0.29^{e}	0.13^{e}	0.16^{e}	1.40^{d}	1.32^{c}
-1.2	27.50^{d}	1.08^{e}	5.17^{a}	0.23^{ef}	0.11^{e}	0.12^{e}	1.35^{d}	1.22^{c}
-1.4	7.51^{e}	0.26^{f}	5.20^{a}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{e}	0.00^{e}	0.00^{d}
-1.5	0.00^{f}	0.00^{g}	0.00^{d}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{e}	0.00^{e}	0.00^{d}

* وجود حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد طبق آزمون LSD است.

* Means followed by similar letters in each column don't show a significant difference based on LSD test at 5% probability.

مطالعات نشان داده است که گیاهان جهت تحمل شـرایط تـنش ناچار به ساخت مواد آلی مانند پـرولین و گلایسـین و تجمـع امـلاح معدنی جهت انجام تنظیم اسمزی می‌باشند و با توجه به اینکه ساخت این مواد نیازمند صرف انرژی است، لذا در این شرایط، رشد گیـاه بـا کاهش مواجه می‌شود (Yadegari & Shakerian, 2014; Hadi *et al.*, 2016). اکیو و همکاران (Okcu *et al.*, 2005) با مطالعه روی نخود فرنگی[1] دریافتند که تنش شوری موجب تخریب غشـاء سـلول گیاهچه، تأخیر در ظهور و اختلال رشد گیاهچه می‌گردد.

بیش‌ترین وزن تر گیاهچه (۳/۵۴ گرم) در شـاهد و کم‌تـرین وزن تر آن (۰/۲۳ گرم) در تیمار ۱/۲- مگاپاسگال مشاهده شد و با افزایش سطوح شوری به بیش از ۱/۲- مگاپاسگال صفر شـد، همچنـین وزن تر ریشـه‌چه در پتانسـیل‌های ۰/۱-، ۰/۲-، ۰/۴-، ۰/۸-، ۱- و ۱/۲- مگاپاسگال بـه‌ترتیب باعـث کـاهش ۰/۱۶، ۰/۲۵، ۰/۱۳، ۰/۴ و ۰/۵ و ۰/۵۴ گرم (۲۴/۶، ۳۸/۴، ۲۰، ۶۱/۵، ۷۹/۲۳ و ۸۳ درصـد) و وزن تـر سـاقه‌چه بـا ۰/۷۲، ۱/۶۹، ۱/۴۴، ۲/۷۴، ۲/۷۳ و ۲/۷۷ گـرم (۲۴/۹، ۵۸/۵، ۴۹/۹، ۸۵/۶، ۹۴/۳ و ۹۵/۷ درصد) نسبت بـه شـاهد کـاهش نشان دادند (جدول ۲). تـاکنون مطالعـات زیادی روی گیاهان مختلف انجام شده و به این نتیجه رسیده اند که با افزایش تنش شوری و خشکی، طول ریشـه‌چـه بـذور به‌طور معنـی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش مـی‌یابـد (Ahmadvand *et al.*, 2014; Halima *et al.*, 2018). نتایج پژوهش ایزدی و همکاران (Izadi *et al.*, 2014) روی سه گونه کنجد (*Sesamum indicum* L.) نشان داد که تنش‌های شوری و خشکی بر تمامی صفات مورد مطالعه (درصد و سـرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه) اثر معنی‌داری داشتند، به‌طوری‌که در همه ژنوتیپ‌های کنجد با افزایش تنش شوری از ۸- بار و تـنش خشـکی از ۴- بـار از مقدار این صفات به‌طور معنی‌داری کاسته شد. براساس مطالعات انجام شده، کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی بذور (درصد جوانـه‌زنـی، سـرعت

1- *Pisum sativum*

جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ...) تحت تأثیر سطوح مختلف شوری و خشکی را می‌توان به کاهش سرعت و میزان جذب اولیه آب و نیز اثرات منفی پتانسیل‌های اسمزی پایین و سمیت یون‌های کلر و سدیم بر فرآیندهای بیوشیمیایی مراحل کاتابولیک و آنابولیک جوانه‌زنی نسبت داد (Lynch & Lauchli, 1988; Zadeh & Naeni, 2007; Zhang *et al*., 2012; Yadegari,2014).

تنش خشکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای سطوح مختلف پتانسیل آب از نظر آماری اثر بسیار معنی‌داری ($P\leq0/01$) بر درصد، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی، طول گیاهچه، ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر گیاهچه، ساقه‌چه و ریشه‌چه تلخ بیان داشتند (جدول ۳). افزایش سطوح مختلف پتانسیل آبی موجب کاهش درصد جوانه‌زنی تلخ بیان شد، به‌طوری‌که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۹۹/۱۵ درصد) در شاهد (پتانسیل صفر) به‌دست آمد (شکل ۱ و جدول ۴). قادری و همکاران (Ghaderi *et al*., 2011) طی تحقیقی روی گیاه ماشک گل‌خوشه‌ای[1] گزارش کردند که تنش خشکی و شوری موجب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه، ضریب آلومتری و بنیه بذر شدند. آل ابراهیم و همکاران (Alebrahim *et al*., 2013) در بررسی تنش شوری و خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر علف‌هرز کهورک[2] بیان کردند که طول ساقه‌چه بذر با افزایش میزان شوری و خشکی به‌طور منظم کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد که با نتیجه مطالعه زال نژاد (Zalnezhad, 2016) روی گیاه گچ دوست[3] مطابقت دارد.

سرعت جوانه‌زنی با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و پتانسیل‌های ۰/۱-، ۰/۲-، ۰/۴- و ۰/۸- مگاپاسگال به‌ترتیب باعث کاهش ۱/۸۳، ۴/۳۶، ۶/۵ و ۸/۶ بذر در روز (۲۰/۵۵، ۴۸/۸۱، ۷۲/۸۶ و ۹۷/۱ درصد) نسبت به شاهد گردید (جدول۴). متوسط زمان جوانه‌زنی تلخ بیان در هنگام مواجهه با سطوح مختلف پتانسیل اسمزی تا تیمار ۰/۸- مگاپاسگال افزایش یافت و سپس روند نزولی داشت و در تیمار ۱- مگاپاسگال و بعد از آن به صفر رسید. با منفی‌تر شدن سطوح مختلف پتانسیل اسمزی وزن تر گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه روند کاهشی یافت، به‌طوری‌که ساقه‌چه در شاهد با بیش‌ترین وزن (۲/۸۹ گرم) تفاوت معنی‌داری با تیمارهای اعمال‌شده پتانسیل اسمزی داشت. همچنین بیش‌ترین طول ساقه‌چه در شاهد با ۳/۴۷ سانتی‌متر مشاهده شد و در پتانسیل‌های ۱-، ۱/۲-، ۱/۴- و ۱/۵- مگاپاسگال ساقه‌چه رشدی نداشت و این صفت با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی، حساسیت بیشتری نسبت به ریشه‌چه نشان داد (جدول۴)، و به‌منظور ارزیابی اثر بازدارندگی تنش شوری و خشکی، یک مقایسه گروهی مستقل بین تنش شوری و خشکی برای صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه انجام شد (جدول ۵) نتایج این مقایسه نشان داد که تنش ناشی از PEG به‌طور معنی‌داری اثر بازدارندگی بیشتری نسبت به تنش ناشی از NaCl در مورد صفات مورد بررسی داشت، به‌طوری‌که طول ساقه‌چه نسبت به طول ریشه‌چه بیشتر تحت تأثیر این تنش قرار گرفت. در این ارتباط نیز نتیجه مشابهی توسط ایزدی و همکاران (Izadi *et al*., 2014) از نظر حساسیت ریشه‌چه و ساقه‌چه کنجد به تنش خشکی و شوری گزارش شد که نشان داد، طول ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه خسارت بیشتری را متحمل شد. توکل افشاری و مجنون حسینی (Tavakkol-Afshari & Majnoun-Hossini, 2002) علت کاهش طول ساقه‌چه کلزا (*Brassica napus*) و گندم (*Triticum aestivum*) در شرایط تنش خشکی را کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از بافت‌های ذخیره‌ای بذر به جنین ذکر کرده‌اند. نتایج پژوهش جمالی و اعتماد (Jamali & Etemad, 2022) روی گیاه ریش پری دو شاخ[4] نشان داد که درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه با افزایش شدت تنش شوری تا ۲۰۰ میلی مولار افزایش و پس از آن کاهش یافت و همچنین در تنش خشکی صفات مورد مطالعه تا ۶- بار افزایش یافته و پس از آن شروع به کاهش کردند. نتایج این آزمایش نشان داد که گیاه ریش پری دو شاخ گیاهی نسبتاً مقاوم به تنش شوری و خشکی می‌باشد. کایا و همکاران (Kaya *et al*., 2006) درصد جوانه‌زنی کمتر ناشی از PEG نسبت به NaCl را بیشتر به تجمع یون‌های خاص مرتبط دانستند.

بررسی خصوصیات جوانه‌زنی تلخ بیان از طریق مطالعات وایازی

با توجه به اهمیت درصد نهایی جوانه‌زنی در مطالعات جوانه‌زنی بذر، تأثیرپذیری این شاخص از طریق مدل لجستیک سه پارامتری مورد بررسی قرار گرفت (Chauhan *et* Elahifard *et al*., 2013; *al*., 2006).

1- *Vicia villosa*
2- *Prosopis farcta*
3- *Gypsophila pilosa*
4- *Pennisetum divisum*

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مختلف جوانه‌زنی تلخ بیان تحت تأثیر سطوح مختلف خشکی

Table 3- Analysis of variance of different germination traits of *Sophora pachycarpa* influence by different levels of drought

S.O.V	df	Mean of squares							
		Germination percentage	Germination rate	Average germination time	Plumule length	Radicle length	Plumule fresh weight	Radicle fresh weight	Seedling fresh weight
Drought	8	664.05**	42.82**	23.97**	13.28**	19.55**	8.03**	1.40**	9.03**
Error	27	14.99	0.82	3.87	0.12	0.35	0.066	0.031	0.08

** نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

** indicates a significant effect at the probability level of 1%.

جدول ٤- اثر سطوح مختلف خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه تلخ بیان

Table 4- The effect of different drought levels on the characteristics of germination and seedling growth of *Sophora pachycarpa*

Salinity levels (Mpa)	Germination percentage	Germination rate (seed.day^{-1})	Average germination time (day)	Seedling fresh weight (g)	Radicle fresh weight (g)	Plumule fresh weight (g)	Radicle length (cm)	Plumule length (cm)
0.0	99.15^{a*}	8.93^{a}	2.60^{a}	3.54^{a}	0.65^{a}	2.89^{a}	3.60^{a}	3.47^{a}
-0.1	91.25^{a}	7.09^{b}	3.16^{a}	0.69^{c}	0.20^{c}	0.49^{c}	2.97^{ab}	2.52^{b}
-0.2	88.75^{a}	4.57^{c}	4.26^{a}	1.21^{b}	0.33^{b}	0.86^{b}	3.45^{a}	1.55^{c}
-0.4	53.80^{b}	2.42^{d}	4.83^{a}	0.52^{d}	0.21^{c}	0.30^{d}	2.70^{b}	1.10^{d}
-0.8	6.30^{c}	0.26^{e}	4.90^{b}	0.06^{e}	0.02^{d}	0.04^{e}	0.82^{c}	0.72^{e}
-1.0	0.00^{d}	0.00^{e}	0.00^{b}	0.00^{e}	0.00^{d}	0.00^{e}	0.00^{d}	0.00^{f}
-1.2	0.00^{d}	0.00^{e}	0.00^{b}	0.00^{e}	0.00^{d}	0.00^{e}	0.00^{d}	0.00^{f}
-1.4	0.00^{d}	0.00^{e}	0.00^{b}	0.00^{e}	0.00^{d}	0.00^{e}	0.00^{d}	0.00^{f}
-1.5	0.00^{d}	0.00^{e}	0.00^{b}	0.00^{e}	0.00^{d}	0.00^{e}	0.00^{d}	0.00^{f}

* وجود حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد طبق آزمون LSD است.

* Means followed by similar letters in each column don’t show a significant difference based on LSD test at 5% probability.

جدول ۵- مقایسه گروهی بین تنش شوری و خشکی بر کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه تلخ بیان

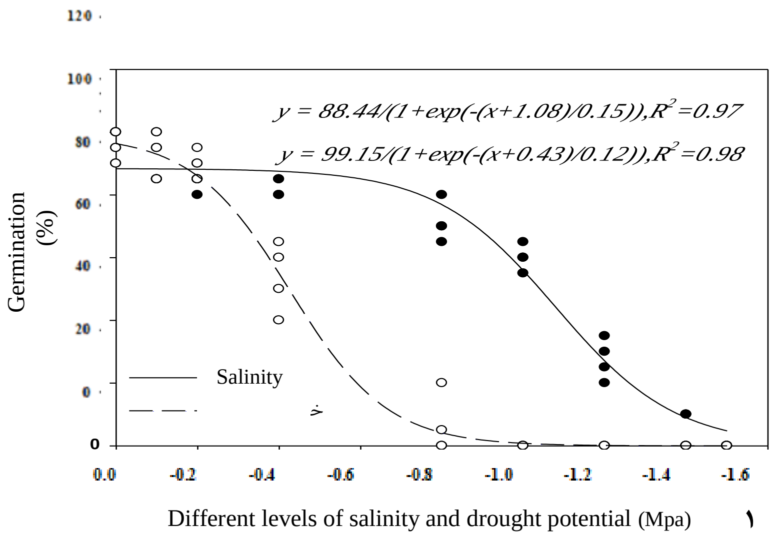
Table 5- Group comparison between salinity and drought stress on reducing the percentage and rate of germination, the plumule length and radicle *Sophora pachycarpa*

Group comparison	Comparison coefficients	Mean			
		Radicle length (cm)	Plumule length (cm)	Germination rate (seed.day^{-1})	Germination (%)
Salinity	+1	2.36	1.91	57.92	4.12
Drought	-1	37.38	2.60	1.03	1.5
Significant level		0.03	0.05	0.004	0.03

مدل سیگموئیدی سه پارامتره توانست رابطه میان تنش شوری و خشکی تلخ بیان را به‌خوبی توجیه کند، به‌طوری‌که تمامی پارامترها (a, b, X_{50}) و ضریب تبیین (R^2) برای هر دو صفت معنی‌دار ($P\leq0/01$) شد (شکل ۱ و جدول ۱). پارامتر X_{50} مدل نشان داد که تنش شوری و خشکی به‌ترتیب در پتانسیل‌های اسمزی ۱/۰۸- و ۰/۴۳- مگاپاسگال باعث کاهش ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی تلخ بیان شدند که این امر حساسیت بیشتر تلخ بیان را به تنش خشکی نشان می‌دهد. امیری و همکاران (Amiri *et al.*, 2012) حد آستانه تحمل به شوری خارشتر[1] را حدود ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر دانستند. تقوایی و قائدی (Taghvaei & Ghaedi,2014) دریافتند که تنش اسمزی اثرات قابل توجهی روی درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک گیاهچه سیاه تاغ[2] داشت. با توجه به این اطلاعات مشخص می‌شود که تلخ بیان می‌تواند تنش شوری و خشکی را به‌ترتیب تا

1- *Alhaji pseudalhagi*
2- *Haloxylon aphyllum*

-۱/۴ و -۰/۸ مگاپاسگال تحمل کند، به¬طوری‌که در پتانسیل ۰/۸- مگاپاسگال، درصد جوانه‌زنی تحت تنش خشکی در مقایسه با شوری ۹۱/۱۵ درصد کاهش داشته است که می‌تواند نشان‌گر مقاومت گیاه در برابر تنش شوری باشد (شکل ۱).



۱

شکل ۱- درصد نهایی جوانه‌زنی تلخ بیان تحت تأثیر سطوح مختلف پتانسیل شوری و خشکی

Figure 1- The final germination percentage of *Sophora pachycarpa* under the influence by different levels of salinity and drought potential

نقاط نمایانگر داده‌های مشاهده‌شده و خطوط، حاصل برازش داده‌ها با معادله لجستیک می‌باشند.

The points representing the observed data and the lines are the result of fitting the data with the logistic equation.

جدول ٦- پارامترها، ضریب تبیین و ریشه مربعات خطای معادله سیگموئیدی سه پارامتره برای تعیین درصد جوانه‌زنی بذور تلخ بیان در سطوح مختلف پتانسیل شوری و خشکی حاصل از کلرید سدیم و پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰

Table 6- Parameters, coefficient of explanation and square root of the error of the three-parameter sigmoid equation to determine the germination percentage of *Sophora pachycarpa* seeds at different levels of salinity and drought potential of NaCl and PEG6000

	X0	***a***	***b***	**R²**	**RMSE**
Salinity	-1.08 (0.02)	88.44 (1.67)	0.15 (0.01)	0.97	6.53
Drought	-0.43 (0.02)	99.15 (3.51)	0.12 (0.02)	0.98	5.53

1

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده خطای استاندارد می باشد.

The numbers in the parenthesis indicate the standard error

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج بررسی حاضر نشان داد که با افزایش شدت تنش شوری و خشکی به‌صورت معنی‌داری از درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه تلخ بیان کاسته شد ($P\leq0/01$). پارامتر X_{50} مدل نشان داد که تنش شوری و خشکی به‌ترتیب در پتانسیل‌های ۱/۰۸- و ۰/۴۳- مگاپاسگال منجر به کاهش ۵۰ درصدی حداکثر جوانه‌زنی شدند که نشان‌دهنده تأثیر بیشتر تنش خشکی بر تلخ بیان می‌باشد، بر این اساس احتمالاً گیاه در زمین‌های شور قدرت رقابت خود را تا حد زیادی حفظ خواهد کرد، امّا در مناطقی با پتانسیل ماتریک بالا با توجه به توان پایین جوانه‌زنی، قدرت رقابت کمتری خواهد داشت و می‌توان از این عامل بوم‌شناختی (تنش خشکی) در مرحله جوانه‌زنی برای مدیریت اکولوژیک این گونه علف‌هرز در جهت تأخیر در زمان جوانه‌زنی و کاهش تراکم آن نسبت به گیاه زراعی با کاشت رقم‌های مقاوم به خشکی بهره جست.

References

1. Ahmadvand, G., Dehghan Banadaki, M., Alimoradi, J., Goudarzi, S., & Ardalani, S. (2018). Reaction of germination and seedling growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) to salinity and drought stress. *Iranian Journal of Seed Research*, *4*(2), 23-35. (In Persian with English abstract).

http://doi.org/10.29252/yujs.4.2.23

2. Alebrahim, M.T., Sharifi, K., & Darwishi, M. (2013). Effects of salinity stress on *Prosopis farcta* seed germination. *Iranian Weed Science Conference*. (In Persian with English abstract)
3. Amiri, B., Rasouli, B., Assareh, M.H., Jafari, M., & Jafari, A.A. (2012). Effect of NaCl & Na_2SO_4 on germination and seedling growth of *Salicornia herbacea* & *Alhagi persarum*. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, *19*(2), 233-243. (In Persian with English abstract)
4. Ansari, K., Salehi, A., Dehnavi, M.M., & Heydari, S. (2016). Effect of different seed priming on germination characteristics and some antioxidant enzymes activity of *Echinacea purpurea*. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, *3*(3), 125-135. (in Persian)
5. Bagheri, M., Yeganeh, H., Esfahan, E.Z., & Savadroodbari, M.B. (2011). Effects of water stress on seed germination of *Thymus koteschanus* Boiss. and Hohen and *Thymus daenensis* Celak. *Middle East Journal of Scientific Research*, *8*(4), 726-731.
6. Chauhan, B.S., Gill, G., & Preston, C. (2006). Factors affecting seed germination of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in Southern Australia. *Weed Science*, *54*(5), 854-860. https://doi.org/10.1614/WS-06-047R.1
7. Chauhan, B.S., & Johnson, D.E. (2008). Germination ecology of Chinese sprangletop (*Leptochloa chinensis*) in the Philippines. *Weed Science*, *56*(6), 820-825. https://doi.org/10.1614/WS-08-070.1
8. Chauhan, B.S., & Johnson, D.E. (2008). Seed germination and seedling emergence of giant sensitiveplant (*Mimosa invisa*). *Weed Science*, *56*(2), 244-248. https://doi.org/10.1614/WS-07-120.1
9. Dehkordi, R.M., Yadegari, M., & Hamedi, B. (2015). Effect of temperature, drought and salinity stresses on germination of *Portulaca oleracea* L., *Trigonella foenum-graecium* L., *Borago officinalis* L. and *Hypericum perforatum* L. Advances in Environmental Biology, *9*, 148-152.
10. Duan, L., Sebastian, J., & Dinneny, J.R. (2015). Salt-stress regulation of root system growth and architecture in *Arabidopsis* seedlings. *Plant Cell Expansion: Methods and Protocols*, vol. 1242, 105-122.
11. Elahifard, E., Mijani, S., Kheyrandish, S., Kazerooni, E., & Tokasi, S. (2013). Investigation of dormancy and the effect of some environmental factors on germination of Junglerice (*Echinocloa colona* L.) seeds. *Journal of Plant Protection*, *27*(3), 342-350. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jpp.v27i3.26762
12. Forieri, I., Hildebrandt, U., & Rostas, M. (2016). Salinity stress effects on direct and indirect defense metabolites in maize. *Environmental and Experimental Botany*, *122*, 68-77. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2015.09.007
13. Fricke, W. (2004). Rapid and tissue -specific accumulation of solutes in the growth zone of barley leaves in response to salinity. *Planta, 219*, 515-525. https://doi.org/10.1007/s00425-004-1263-0
14. Ghaderi, S., Ghorbani, J., Gholami, P., Karimzadeh, A., & Salarian, F. (2011). The effect of drought and salinity stress on the germination indices of (*Vicia villosa* L.). *Journal of Agricultural Ecology*, *3*(1),121-130. (In Persian). https://doi.org/10.22067/jag.v3i1.9977
15. Ghahraman, A. (2004). *Plant Systematic: Coromophytes of Iran*. Vol. 1. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran. 520 p. (In Persian).
16. Hadi, H., Seyed Sharifi, R., & Namour, A. (2016). *Phytoprotectants and Abiotic Stresses*. Urmia University Publication, Iran. 341 p. (In Persian)
17. Halima, N.B., Ben Saad, R., Ben Slima, A., Khemakhem, B., Fendri, I., & Abdelkafi, S. (2014). Effect of salt stress on stress-associated genes and growth of *Avena sativa* L. *Isesco Journal of Science and Technology*, *10*, 73-80.
18. Izadi, E., Zarghani, H, Mohammadian, M., & Yanegh, A. (2014). Evaluation of germination and seedling growth characteristics of three sesame (*Sesamum indicum*) cultivars in salt and drought stress condition. *Agricultural Applied Research*, *27*(102), 92-100. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/aj.2014.100934
19. Jamali, F., & Etemad, V. (2022). Investigating different levels of salinity and drought stress on the germination and growth of *Pennisetum divisum*. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, *11*(3), 89-102. (In Persian with English abstract) https://doi.org/10.22092/ijsst.2022.359459.1443
20. Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y., & Kolsarici, O. (2006). Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annus* L.). *European Journal of Agronomy*, *24*(4), 291-295. https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.08.001
21. Koyro, H.W., & Eisa, S.S. (2008). Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of *Chenopodium quinoa* Willd. *Journal of Plant and Soil*, *302*, 79-90. https://doi.org/10.1007/s11104-007-9457-4
22. Lotfifar, O., Allahdadi, I., Zand, E., Akbari, G.A., & Mottaghi, S. (2015). Effects of salinity and drought stresses due to Nacl and poly ethylene glycol on germination characteristics and seedling growth of wild mustard (*Sinapis arvensis*). *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, *4*(1), 97-108. (In Persian with English abstract)
23. Lynch, J., & Lauchli, A. (1988). Salinity affects intracellular calcium in corn root protoplasts. *Plant*

Physiology, *87*(2), 351-356. https://doi.org/10.1104/pp.87.2.351
24. Mazhari, M. (2013). Study and failure of weed seeds dormancy in Shahrekord region. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. 120 p. (In Persian).
25. McNeil, S.D., Nuccio, M.L., & Hanson, A.D. (1999). Betaines and related osmoprotectants. Targets for metabolic engineering of stress resistance. *Plant Physiology*, *120*(4), 945-949. https://doi.org/10.1104/pp.120.4.945
26. Michel, B.E., & Kaufmann, M.R. (1973). The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, *51*(5), 914-916. https://doi.org/10.1104/pp.51.5.914
27. Michel, B.E. (1983). Evaluation of the water potentials of solutions of polyethylene glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes. *Plant Physiology*, *72*(1), 66-70. https://doi.org/10.1104/pp.72.1.66
28. Min Bashi Moini, M., Esfandiari, H., Pourazer, R., Baghestani, M.A., Zand, A., Veisey, M., Sabeti, P., Jamali, M.R., Hatami, S., Haghighi, A., McNally, A., Mousavi, K., Nazerkakhki, H., Narimani, V., Noor Alizadeh, M., Valiallh-Pour, R., & Norouzadeh, R. (2015). Evaluation of some problems of weed management in wheat fields in different regions of the country. *Journal of Weed Knowledge*, *11*, 13-26.
29. Mojab, M., Zamani, G.H., Eslami, V., Hossieni, M., & Naseri, A. (2010). Effects of salinity and drought caused by different concentrations of sodium chloride and PEG 6000 on seed germination and seedling growth of this barnyardgrass (*Echinocloa crus-galli* Var: oryzicola). *Journal of Plant Protection*, *24*(1), 108-114. (In Persian with English abstract)
30. Mozaffarian, V. (1994). *Plant classification*. Tehran: Contemporary Culture Publication, Iran. 960 p. (In Persian).
31. Munns, R., & Gilliham, M. (2015). Salinity tolerance of crops–what is the cost?. *New Phytologist*, *208*(3), 668-673. https://doi.org/10.1111/nph.13519
32. Murshed, R., Lopez-Lauri, F., & Sallanon, H. (2014). Effect of salt stress on tomato fruit antioxidant systems depends on fruit development stage. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *20*, 15-29. https://doi.org/10.1007/s12298-013-0209-z
33. Niazi, M. (2003). Study of some methods of breaking dormancy and germination in the seeds of some weeds. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
34. Okcu, G., Kaya, M.D., & Atak., M. (2005). Effect of salt and drought stress on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *29*(4), 237-242.
35. Parsa, A. (1980). *Flora of Iran*. Tehran: Tehran University Press, Iran. 1488 p. (In Persian).
36. Pirasteh-Anosheh, H. (2020). Breaking seed dormancy of camelthorn (*Alhagi maurorum*) using different treatments and salinity tolerance threshold level evaluation at germination stage. *Iranian Journal of Seed Research*, *7*(1), 181-192. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.29252/yujs.7.1.181
37. Pourhasan, F., Rashed Mohassel, M.H., & Izadi Darbandi, E. (2019). Effects of salinity and drought stresses due to Nacl and PEG 6000 on germination characteristics and seedling growth of rye (*Secale cereale* L.). *In the First National Conference of Agricultural and Environmental Sciences of Iran*. (In Persian)
38. Rahnama, A., James, R.A., Poustini, K., & Munns, R. (2010). Stomatal conductance as a screen for osmotic stress tolerance in durum wheat growing in saline soil. *Functional Plant Biology*, *37*, 255-263. https://doi.org/10.1071/FP09148
39. Rashed Mohassel, M.H., Najafi H., & Akbarzadeh M.D. (2001). *Weed Biology and Control*. Publications of Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. 404 pages.
40. Sohrabi, S., Ghanbari, A., Mohassel, M.H.R., Mahalati, M.N., & Gherekhloo, J. (2013). Effect of desiccation and salinity stress on seed germination and initial plant growth of *Cucumis melo*. *Planta Daninha*, *31*(4), 833-841. https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000400009
41. Springer, T.L. (2005). Germination and early seedling growth of chaffy-seeded grasses at negative water potentials. *Crop Science*, *45*(5), 2075-2080. https://doi.org/10.2135/cropsci2005.0061
42. Taghvaei, M., & Ghaedi, M. (2014). The effect of osmotic conditions on germination of (*Haloxylon aphyllum* L.) seeds and recovery under water stress. *Agricultural Journal*, *9*(3), 167-172.
43. Tavakkol-Afshari, R., & Majnoun-Hossini, N. (2002). Responses of wheat and canola cultivars simulated drought conditions. In *International Conference on Environmentally Sustainable Agriculture for Dry Areas for* (Vol. 3).
44. Tester, M., & Davenport, R. (2003). Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. *Annals of Botany*, *91*(5), 503-527. https://doi.org/10.1093/aob/mcg058
45. Yadegari, M., & Shakerian, A. (2014). Irrigation Periods and Fe, Zn foliar application on agronomic characters of *Borago officinalis*, *Calendula Officinalis*, *Thymus vulgaris* and *Alyssum desertorum*. *Advances in Environmental Biology*, 8(4), 1054-1063.
46. Yadegari, M. (2014). Study of ratio and speed germination of twelve medicinal plants under several treatments of salinity. *Advances in Environmental Biology*, 8(4), 425-431.
47. Zadeh, H.M., & Naeini, M.B. (2007). Effects of salinity stress on the morphology and yield of two cultivars of

canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy*, *6*, 409-414.

48. Zalnezhad, F. (2016). Investigation of ecophysiology of seed germination of (*Gypsophila pilosa*) Hudson. M.Sc. Thesis, Faculty of Agricultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
49. Zhang, Q., Rue, K., & Wang, S. (2012). Salinity effect on seed germination and growth of two warm-season native grass species. *HortScience*, *47*(4), 527-530. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.4.527